




# METHOD AND DEVICE FOR REGULATING THE MEAN CURRENT ACROSS AN INDUCTIVE LOAD CONTROLLED TO GIVE A VARIABLE OPENING DUTY CYCLE

**Patent number:** EP0662264  
**Publication date:** 1995-07-12  
**Inventor:** LUCCHESI ALAIN (FR); PHILIPPE CHRISTIAN (FR)  
**Applicant:** SIEMENS AUTOMOTIVE SA (FR)  
**Classification:**  
 - international: H02M3/156; H03K17/64  
 - european: H01H47/32B; H02M3/156  
**Application number:** EP19930920732 19930915  
**Priority number(s):** WO1993EP02497 19930915; FR19920011635 19920928

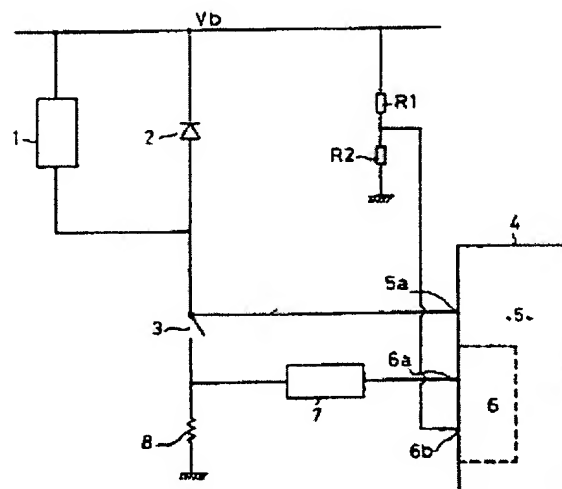
Also published as:

 WO9408386 (A1)  
 FR2696253 (A1)  
 EP0662264 (B1)

Abstract not available for EP0662264

Abstract of corresponding document: **FR2696253**

A method is disclosed for regulating the mean current  $I_m$  in an inductive load (1) controlled to give a variable opening duty cycle. An increase in the controlled period of the switch (3) is generated cyclically and with low recurrence relative to the switching period in order to cancel the inductive effect with respect to the current flowing in said inductive load (1). The current  $I_{sat}$  in the switch (3) is measured when the inductive effect has been cancelled, and the new duty cycle RCO is calculated using the formula  $RCO = (I_m + I_o)/(I_{sat} + I_o)$  to give the desired mean current  $I_m$ ,  $I_o$  being an electrical constant characteristic of the inductive load (1) and the diode (2).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>5</sup> :</b>  <b>H02M 3/156, H03K 17/64</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 94/08386</b>  <b>(43) Date de publication internationale:</b> 14 avril 1994 (14.04.94)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/EP93/02497 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 15 septembre 1993 (15.09.93) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 92/11635 28 septembre 1992 (28.09.92) FR <b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> SIEMENS AUTOMOTIVE S.A. [FR/FR]; Avenue du Mirail, F-31036 Toulouse Cédex (FR). <b>(72) Inventeurs; et</b> <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement) :</b> LUCCHESI, Alain [FR/FR]; 35, allée la Guérinière, F-31320 Vigoulet-Auzil (FR). PHILIPPE, Christian [FR/FR]; 16, rue des Charbonnerets, F-31270 Villeneuve-Tolosanne (FR).		<b>(74) Mandataire:</b> FUCHS, Franz-Josef; Postfach 22 13 17, D-80506 München (DE).  <b>(81) Etats désignés:</b> KR, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

**(54) Title:** METHOD AND DEVICE FOR REGULATING THE MEAN CURRENT ACROSS AN INDUCTIVE LOAD CONTROLLED TO GIVE A VARIABLE OPENING DUTY CYCLE

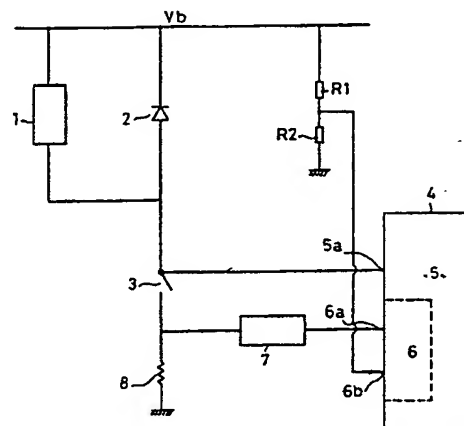
**(54) Titre:** PROCEDE ET DISPOSITIF DE REGULATION DU COURANT MOYEN DANS UNE CHARGE SELFIQUE COMMANDEE EN RAPPORT CYCLIQUE D'OUVERTURE VARIABLE

**(57) Abstract**

A method is disclosed for regulating the mean current  $I_m$  in an inductive load (1) controlled to give a variable opening duty cycle. An increase in the controlled period of the switch (3) is generated cyclically and with low recurrence relative to the switching period in order to cancel the inductive effect with respect to the current flowing in said inductive load (1). The current  $I_{sat}$  in the switch (3) is measured when the inductive effect has been cancelled, and the new duty cycle RCO is calculated using the formula  $RCO = (I_m + I_o)/(I_{sat} + I_o)$  to give the desired mean current  $I_m$ ,  $I_o$  being an electrical constant characteristic of the inductive load (1) and the diode (2).

**(57) Abrégé**

L'invention concerne un procédé de régulation du courant moyen  $I_m$  dans une charge selfique (1), commandée en rapport cyclique d'ouverture variable. Selon l'invention, on génère de façon cyclique et avec une récurrence faible relativement à la période de commutation, une augmentation de la durée de commande du commutateur (3) de façon à annuler l'effet selfique vis-à-vis du courant circulant dans la charge selfique (1), on mesure le courant  $I_{sat}$  circulant dans le commutateur (3) une fois l'effet selfique annulé, et on calcule, en vue d'obtenir un courant moyen  $I_m$  désiré, un nouveau rapport cyclique RCO tel que:  $RCO = (I_m + I_o)/(I_{sat} + I_o)$ , où  $I_o$  est une constante électrique caractéristique de la charge selfique (1) et de la diode (2).



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	MR	Mauritanie
AU	Australie	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	NE	Niger
BE	Belgique	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	NO	Norvège
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IE	Irlande	PL	Pologne
BR	Brésil	IT	Italie	PT	Portugal
BY	Bélarus	JP	Japon	RO	Roumanie
CA	Canada	KP	République populaire démocratique de Corée	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	KR	République de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SE	Suède
CH	Suisse	LI	Liechtenstein	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	République slovaque
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
CN	Chine	LV	Lettonie	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	MC	Monaco	TC	Togo
CZ	République tchèque	MG	Madagascar	UA	Ukraine
DE	Allemagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
ES	Espagne			VN	Viet Nam
FI	Finlande				

PROCEDE ET DISPOSITIF DE REGULATION DU COURANT MOYEN  
DANS UNE CHARGE SELFIQUE COMMANDEE EN RAPPORT CYCLIQUE  
D'OUVERTURE VARIABLE.

5 L'invention concerne un procédé et un  
dispositif de régulation du courant moyen dans une charge  
selfique commandée en rapport cyclique d'ouverture  
variable. Elle s'applique, notamment, à la régulation du  
courant moyen dans une bobine d'excitation d'une  
10 électrovanne de réglage d'un paramètre de contrôle d'un  
moteur.

Un des impératifs auquel doit répondre une  
électrovanne est de permettre un réglage précis et rapide  
du paramètre de contrôle d'un moteur, sans que ce réglage  
15 ne soit affecté par les variations de température et  
d'alimentation de cette électrovanne.

Or, l'angle d'ouverture d'une électrovanne,  
qui constitue la donnée de réglage, est proportionnel au  
courant moyen qui traverse la bobine d'excitation, et ce  
20 courant moyen varie en fonction de la température et de la  
tension d'alimentation pour une électrovanne commandée en  
rapport cyclique d'ouverture. De plus, le courant moyen  
traversant la bobine d'excitation n'est pas un paramètre  
directement accessible.

25 Par conséquent, on conçoit que l'obtention  
d'un réglage précis et rapide d'un paramètre donné,  
insensible aux variations de température et d'alimentation  
d'une électrovanne, constitue un impératif auquel il est  
peu aisé de répondre.

30 Une solution tendant à résoudre ce problème  
est décrite dans le brevet français FR 2.639.680 qui vise  
un dispositif de pilotage d'une électrovanne en rapport  
cyclique d'ouverture, dans lequel les variations du  
paramètre d'ouverture sont compensées par des moyens de  
35 calcul complexes faisant intervenir le rapport cyclique  
réel mesuré, le courant maximal atteint dans la charge, et  
le rapport cyclique théorique nécessaire, dans des  
conditions de température et de tension d'alimentation

définies, pour obtenir l'angle d'ouverture désiré.

Cette technique, fonctionnant selon le principe d'un double asservissement, et basée sur le courant maximal atteint dans la charge qui dépend du rapport cyclique réel, nécessite des tables complexes et des approximations successives qui rendent le dispositif très coûteux en temps de calcul et en taille mémoire.

La présente invention vise à pallier cet inconvénient et a pour principal objectif de fournir un procédé et un dispositif permettant de réguler avec une bonne précision le courant moyen dans une charge selfique, ce procédé de conception simple permettant, en outre, la réalisation de dispositifs de faible prix de revient.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un procédé permettant de s'affranchir totalement des variations de la tension d'alimentation.

A cet effet, l'invention vise un procédé de régulation du courant moyen dans une charge selfique dotée d'un premier pôle connecté à une source d'alimentation délivrant une tension  $V_b$ , et d'un deuxième pôle connecté à un commutateur apte, de façon périodique et avec un rapport cyclique de commande, soit à laisser le courant circuler vers un potentiel de masse, soit à interrompre cette circulation, une diode étant adaptée pour permettre à l'énergie stockée dans la charge selfique de recirculer vers le potentiel  $V_b$ , ledit procédé consistant à ajuster le courant moyen en faisant varier le rapport cyclique de commande.

Selon l'invention, ce procédé se caractérise en ce que :

- l'on génère, de façon cyclique et avec une récurrence faible relativement à la période de commutation, une augmentation de la durée de commande du commutateur de façon à annuler l'effet selfique vis-à-vis du courant circulant dans la charge selfique,

- l'on mesure le courant  $I_{sat}$  circulant dans le commutateur une fois l'effet selfique annulé,

- et l'on calcule, en vue d'obtenir un

courant moyen  $I_m$  désiré, un nouveau rapport cyclique RCO tel que  $RCO = \frac{I_m + I_o}{I_{sat} + I_o}$ , où  $I_o$  est une constante

électrique caractéristique de la charge selfique et de la diode.

Le procédé selon l'invention est basé sur le principe que la variation du courant de saturation est une image représentative de la variation de la résistance de la charge selfique et de la tension d'alimentation.

A partir de ce principe, et grâce à la relation liant le courant moyen  $I_m$  au courant de saturation  $I_{sat}$  et au rapport cyclique RCO, la connaissance de ce courant  $I_{sat}$  permet de s'affranchir des autres paramètres du circuit pour le calcul du courant moyen  $I_m$ .

Dans cette relation, la constante  $I_o$  est destinée à permettre de prendre en considération l'impact de la résistance de la charge selfique et des paramètres électriques de la diode sur le courant moyen, en particulier lors de la phase de recirculation du courant.

Les expérimentations ont permis de constater qu'une bonne approximation de  $I_o$  consiste à la calculer selon la formule :

$$I_o = \frac{V_D}{R}$$

dans laquelle  $V_D$  est la tension aux bornes de la diode dans le sens passant de cette dernière, et  $R$  la résistance nominale de la charge selfique.

Il est à noter, par ailleurs, que ce procédé ne fait intervenir qu'un paramètre mémorisé, à savoir  $I_o$ , ce qui conduit à la réalisation d'un dispositif ne nécessitant qu'une très faible capacité de mémoire et donc d'un faible prix de revient, comparé par exemple à celui du dispositif décrit dans le brevet FR 2.639.680.

Selon un mode de mise en oeuvre préférentiel, l'on génère, en outre, une augmentation de la durée de commande du commutateur tout en conservant un même rapport cyclique de commande. De cette façon, on restitue une même valeur du courant moyen  $I_m$  une fois l'augmentation de durée de commande effectuée.

Par ailleurs, selon une autre caractéristique de l'invention, et entre deux mesures du courant  $I_{sat}$  :

- on procède avec une périodicité prédéterminée, à une mesure de la tension d'alimentation  $V_b$ ,

- on calcule, à chaque instant  $t$  où la tension  $V_b$  est mesurée, une valeur du courant  $I_{sat}(t) = I_{sat} \phi \times \frac{V_b(t)}{V_b \phi}$ , où  $I_{sat} \phi$  est la dernière

valeur mesurée du courant  $I_{sat}$ , et  $V_b \phi$  la valeur de la tension d'alimentation  $V_b$  mesurée au moment de l'acquisition de  $I_{sat} \phi$ ,

- et on calcule un nouveau rapport cyclique  $RCO = \frac{I_m + I_o}{I_{sat}(t) + I_o}$ .

Ces calculs intermédiaires du courant de saturation  $I_{sat}$  en fonction de la tension d'alimentation  $V_b$  permettent de s'affranchir des variations de ladite tension entre deux mesures de ce courant de saturation.

Cette amélioration de la précision de la régulation du courant moyen présente un avantage notable lorsque le procédé est appliqué à des systèmes où la tension d'alimentation varie de manière significative entre deux mesures du courant  $I_{sat}$  (par exemple : mise en route du ventilateur du groupe "froid" d'une climatisation).

Selon un mode de mise en oeuvre préférentiel, cette tension d'alimentation  $V_b$  est, en outre, mesurée en délivrant une image de celle-ci au moyen d'un pont diviseur vers une entrée d'un convertisseur analogique/numérique utilisé pour la mesure de  $I_{sat}$ .

L'invention s'étend à un dispositif de régulation du courant moyen dans une charge selfique dotée d'un premier pôle connecté à une source d'alimentation délivrant une tension  $V_b$ , et d'un deuxième pôle, ledit dispositif comprenant :

- un commutateur connecté au deuxième pôle de la charge selfique et apte, de façon périodique et avec

un rapport cyclique de commande donné, soit à laisser le courant circuler vers un potentiel de masse, soit à interrompre cette circulation,

5 - et une diode de roue libre montée en parallèle avec la charge selfique et destinée à assurer la continuité du courant dans ladite charge selfique.

Selon l'invention, ce dispositif se caractérise en ce qu'il comprend en outre :

10 - des moyens de mesure du courant circulant dans le commutateur,

- des moyens de conversion analogique/numérique agencés pour recevoir un signal issu des moyens de mesure,

15 - et une unité de calcul agencée pour recevoir le signal issu des moyens de conversion analogique/numérique et programmée pour :

. générer un signal représentatif du rapport cyclique de commande RCO à appliquer au commutateur, avec :

20 
$$RCO = \frac{I_m + I_o}{I_{sat} + I_o}$$

où :  $I_m$  = courant moyen désiré,

$I_o$  = constante électrique caractéristique de la charge selfique et de la diode,

25  $I_{sat}$  = courant maximal circulant dans le commutateur.

. recalculer cycliquement ce rapport cyclique RCO en commandant une augmentation de la durée de commande du commutateur de façon à annuler l'effet selfique et obtenir le courant  $I_{sat}$ .

30 D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui suit en référence aux dessins annexés qui en représentent à titre d'exemple non limitatif un mode de réalisation préférentiel. Sur ces dessins qui font partie

35 - la figure 1 est un schéma fonctionnel d'un dispositif conforme à l'invention,

- et la figure 2 est une série de trois



courbes générées dans le dispositif selon l'invention, en fonction du temps.

Le dispositif représenté à la figure 1 est conçu pour réguler le courant moyen dans une charge selfique (R, L) 1 dont l'un des pôles est connecté à une source d'alimentation délivrant une tension  $V_b$ , en compensant les effets des variations du circuit (tension d'alimentation  $V_b$ , résistance R de cette charge selfique).

Ce dispositif comprend, en premier lieu, une diode de roue libre 2 montée en parallèle avec la charge selfique 1 et destinée à assurer la continuité du courant dans ladite charge, et un commutateur électronique 3 tel qu'un transistor adapté pour permettre de connecter le deuxième pôle de la charge selfique 1 au potentiel de masse.

Le dispositif comprend, en second lieu, un microcontrôleur 4 doté d'une unité centrale de calcul 5 comportant une sortie de commande 5a, et d'un convertisseur analogique/numérique intégré 6 comportant au moins deux entrées 6a, 6b.

De façon classique, l'unité centrale 5 est, en premier lieu, connectée à des capteurs (non représentés) délivrant des signaux électriques représentatifs de paramètres de fonctionnement du moteur (vitesse de rotation, température, ...).

En second lieu, le microcontrôleur 4 est connecté à un amplificateur 7 disposé de façon à délivrer vers l'une des entrées 6a du convertisseur analogique/numérique 6, un signal électrique proportionnel au courant circulant dans le commutateur 3.

Ce signal électrique est obtenu en mesurant la tension aux bornes d'une résistance de pied 8 en série entre le commutateur 3 et la masse.

En dernier lieu, le dispositif selon l'invention comprend des moyens de mesure de la tension d'alimentation  $V_b$ , comportant un pont diviseur agencé pour délivrer un signal proportionnel à la valeur de cette tension vers l'entrée 6b du convertisseur

analogique/numérique 6. Tel que représenté à la figure 1, ce pont diviseur est constitué de deux résistances R1 et R2.

L'unité centrale 5 du dispositif selon l'invention dispose donc d'une part d'informations représentatives du fonctionnement du moteur, et d'autre part, de deux informations représentatives respectivement du courant I circulant dans le commutateur 3, et de la tension d'alimentation Vb.

Cette unité centrale 5 est programmée pour :

- générer, de façon cyclique et avec une récurrence faible relativement à la période de commutation du commutateur électronique 3, une augmentation de la durée de commande de ce dernier de façon à annuler l'effet selfique vis-à-vis du courant circulant dans la charge selfique 1 ;

- fournir au convertisseur analogique/numérique 6 une impulsion d'ordre de conversion quasi-simultanément avec le signal de commande de coupure du commutateur 3 ;

- calculer, en fonction du courant moyen Im désiré, fonction de l'aspect motorisation, un nouveau rapport cyclique RCO tel que :

$$RCO = \frac{I_m}{I_{sat} + I_o} + \frac{I_o}{I_{sat} + I_o}$$

où Io est une constante électrique telle que  $I_o = \frac{V_D}{R}$

où VD est la tension aux bornes de la diode 2.

A partir de cette relation liant le courant Im au courant de saturation Isat et au rapport cyclique RCO, la connaissance de Isat dont les variations dépendent de la résistance série R de la charge et/ou de la tension d'alimentation Vb, permet de réguler le courant moyen Im en compensant les effets de variation du circuit.

La figure 2 représente le tracé des signaux suivants obtenus à partir d'une telle programmation de l'unité centrale 5 :

RCO : signal de commande délivré par l'unité centrale 5,  
 I : intensité du courant qui circule dans la charge  
 selfique 1,

Vc : tension en sortie de l'amplificateur 7 ; cette  
 5 tension est l'image de celle de I lorsque le signal  
 RCO est à son état un et prend une valeur nulle  
 lorsque le signal est à son état zéro (dans ce cas,  
 le courant circule dans la boucle formée par la  
 charge selfique 1 et la diode de roue libre 2  
 10 associée).

Par ailleurs, l'unité centrale 5 est  
 également programmée, entre deux mesures du courant Isat et  
 avec une périodicité prédéterminée, pour :

- . fournir au convertisseur analogique/numérique 6 une  
 15 impulsion d'ordre de conversion du signal représentatif  
 de la tension d'alimentation Vb ;
- . calculer, pour chaque conversion réalisée, une valeur du  
 courant  $Isat(t) = Isat \phi \times \frac{Vb(t)}{Vb \phi}$

20 où :  $Isat \phi$  est la dernière valeur mesurée du courant  
 Isat,

$Vb \phi$  est la valeur de la tension d'alimentation Vb  
 mesurée au moment de l'acquisition de Isat ;

- . calculer un nouveau rapport cyclique RCO à appliquer au  
 25 commutateur 3 et tel que :

$$RCO = \frac{Im}{Isat(t) + Io} + Io$$

Ces calculs intermédiaires du courant de  
 saturation Isat en fonction de la tension d'alimentation Vb  
 30 permettent de s'affranchir des variations de cette tension  
 Vb entre deux mesures de Isat.

## REVENDICATIONS

1/ - Procédé de régulation du courant moyen  $I_m$  dans une charge selfique (1), dotée d'un premier pôle connecté à une source d'alimentation délivrant une tension  $V_b$ , et d'un deuxième pôle connecté à un commutateur (3) apte, de façon périodique et avec un rapport cyclique de commande RCO donné, soit à laisser le courant circuler vers un potentiel de masse, soit à interrompre cette circulation, une diode (2) étant adaptée pour permettre à l'énergie stockée dans la charge selfique de recirculer vers le potentiel  $V_b$ , ledit procédé consistant à ajuster le courant moyen  $I_m$  en faisant varier le rapport cyclique de commande et étant caractérisé en ce que :

- l'on génère de façon cyclique et avec une récurrence faible relativement à la période de commutation, une augmentation de la durée de commande du commutateur de façon à annuler l'effet selfique vis-à-vis du courant circulant dans la charge selfique (1),

- l'on mesure le courant  $I_{sat}$  circulant dans le commutateur (3) une fois l'effet selfique annulé, - et l'on calcule, en vue d'obtenir un courant moyen  $I_m$  désiré, un nouveau rapport cyclique RCO tel que  $RCO = \frac{I_m + I_o}{I_{sat} + I_o}$ , où  $I_o$  est une constante

électrique caractéristique de la charge selfique (1) et de la diode (2).

2/ - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on calcule la constante  $I_o$  par la formule :

$$I_o = \frac{V_D}{R}$$

dans laquelle  $V_D$  est la tension aux bornes de la diode (2) dans le sens passant de cette dernière, et  $R$  la résistance nominale de la charge selfique (1).

3/ - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on génère une augmentation de la durée de commande du commutateur (3) en conservant un même rapport cyclique de commande RCO.

4/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, entre deux mesures du courant Isat :

- on procède avec une périodicité prédéterminée, à une mesure de la tension d'alimentation Vb,

- on calcule, à chaque instant t où la tension Vb est mesurée, une valeur du courant

$$I_{sat}(t) = I_{sat} \phi \times \frac{V_b(t)}{V_b \phi}$$
, où  $I_{sat} \phi$  est la dernière

valeur mesurée du courant Isat, et  $V_b \phi$  la valeur de la tension d'alimentation Vb mesurée au moment de l'acquisition de  $I_{sat} \phi$ ,

- et on calcule un nouveau rapport cyclique  $RCO = \frac{I_m + I_o}{I_{sat}(t) + I_o}$ .

5/ - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on mesure la tension d'alimentation Vb en délivrant une image de celle-ci au moyen d'un pont diviseur (R1, R2), vers une entrée (6b) d'un convertisseur analogique/numérique (6) utilisé pour la mesure de Isat.

6/ - Dispositif de régulation du courant moyen dans une charge selfique (1) dotée d'un premier pôle connecté à une source d'alimentation délivrant une tension Vb, et d'un deuxième pôle, ledit dispositif comprenant :

- un commutateur (3) connecté au deuxième pôle de la charge selfique (1) et apte, de façon périodique et avec un rapport cyclique de commande RCO donné, soit à laisser le courant circuler vers un potentiel de masse, soit à interrompre cette circulation,

- et une diode de roue libre (2) montée en parallèle avec la charge selfique (1) et destinée à assurer la continuité du courant dans ladite charge selfique, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- des moyens de mesure (7, 8) du courant circulant dans le commutateur (3),

- des moyens de conversion analogique/numérique (6) agencés pour recevoir un signal issu des moyens de mesure,

5                   - et une unité de calcul (5) agencée pour recevoir le signal issu des moyens de conversion analogique/numérique (6) et programmée pour :

                  . générer un signal représentatif du rapport cyclique de commande RCO à appliquer au commutateur (3), avec :

10                                 
$$RCO = \frac{I_m + I_o}{I_{sat} + I_o}$$

où :  $I_m$  = courant moyen désiré,

$I_o$  = constante électrique caractéristique de la charge selfique (1) et de la diode (2),

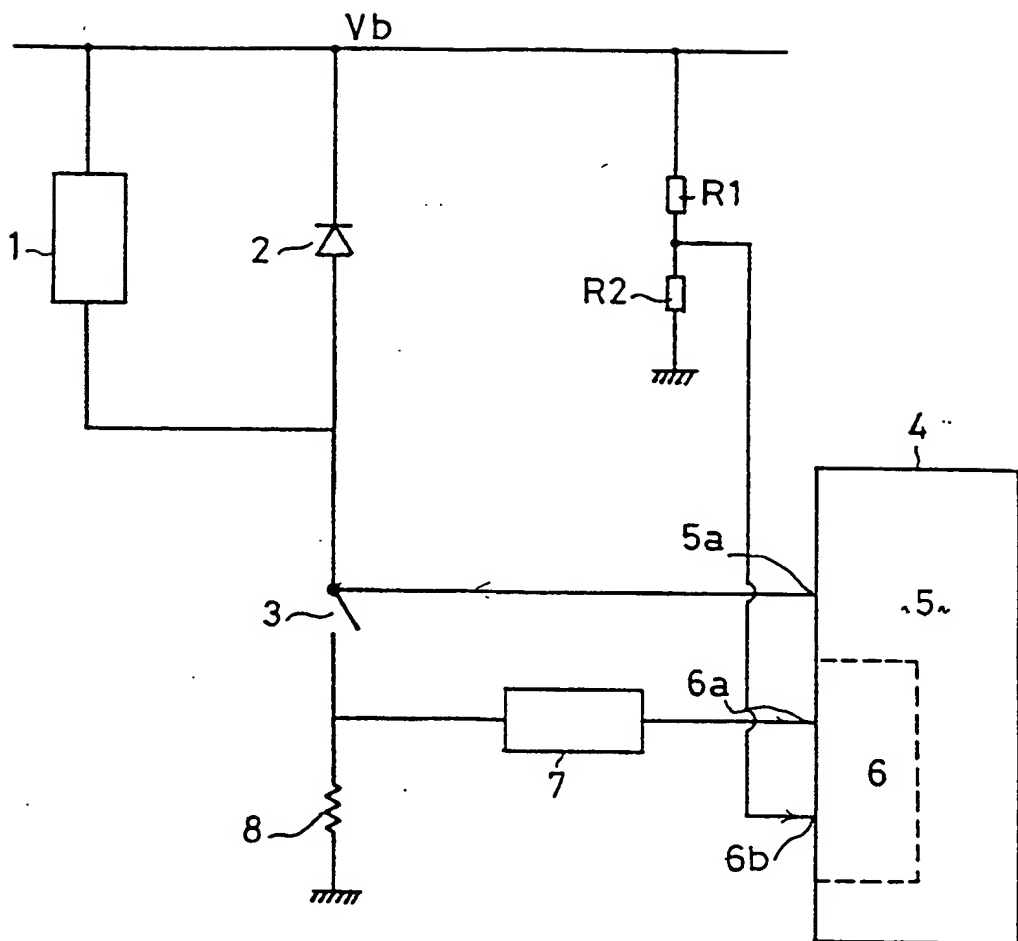
15                    $I_{sat}$  = courant maximal circulant dans le commutateur (3).

                  . recalculer cycliquement ce rapport cyclique RCO en commandant une augmentation de la durée de commande du commutateur (3) de façon à annuler l'effet selfique et obtenir le courant  $I_{sat}$ .

20                                 7/ - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de mesure de la tension d'alimentation  $V_b$ , comportant un pont diviseur ( $R_1$ ,  $R_2$ ) agencé pour délivrer un signal proportionnel à la valeur de cette tension vers une entrée (6b) des moyens de conversion analogique/numérique (6) autre que celle (6a) recevant le signal de mesure.

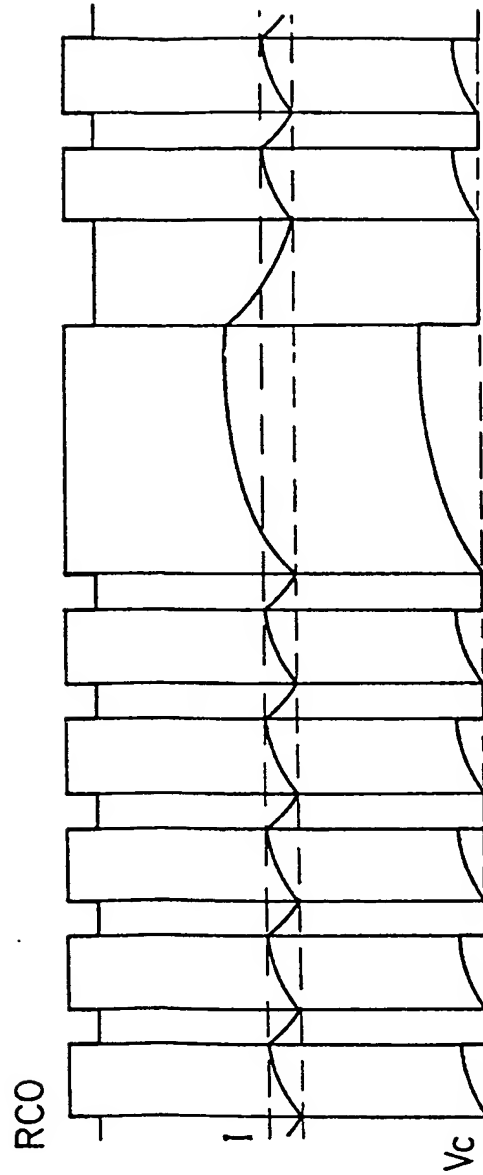
1/2

Fig 1



2/2

Fig 2





A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 5 H02M3/156 H03K17/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 H02M H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 636 711 (FREYMUTH) 13 January 1987 see abstract; figure 1 ----	1,6
A	RESEARCH DISCLOSURE 10 September 1990 , EMSWORTH (GB) page 720 31730 'coil drive algorithm' see the whole document -----	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 1993

Date of mailing of the international search report

22.12.93

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. ( + 31-70 ) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax ( + 31-70 ) 340-3016

Authorized officer

Gentili, L

Form PCT/ISA-210 (patent family annex) (July 1992)

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 5 H02M3/156 H03K17/64

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 5 H02M H03K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US,A,4 636 711 (FREYMUTH) 13 Janvier 1987 voir abrégé; figure 1 ---	1,6
A	RESEARCH DISCLOSURE 10 Septembre 1990 , EMSWORTH (GB) page 720 31730 'coil drive algorithm' voir le document en entier -----	1-5

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 Décembre 1993

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22.12.93

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tél. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gentili, L

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-4636711	13-01-87	AUCUN	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**